

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

① **BLACK BORDERS**

- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 74 43004**

(54)

Procédé de fabrication d'objets en résine synthétique.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). B 29 D 23/02, 27/04.

(22)

Date de dépôt ..... 27 décembre 1974, à 15 h 14 mn.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : *Demandes de brevets déposées au Japon le 28 décembre 1973, n. 1.245/1974, le 27 juin 1974, n. 73.628/1974 et le 29 juin 1974, n. 74.642/1974 au nom de la demanderesse.*

(41)

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 30 du 25-7-1975.

(71)

Déposant : Société dite : ASAHI-DOW LIMITED, résidant au Japon.

(72)

Invention de :

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet de Carsalade du Pont (A. Lourié et W. Flechner).

**COPY**

La présente invention est relative à un procédé nouveau de fabrication d'objets en résine synthétique.

Suivant les procédés de moulage classiques, on fabrique des objets creux par un moulage par soufflage ou par un procédé par liaison suivant lequel on assemble deux ou plusieurs pièces moulées l'une à l'autre. Ces deux procédés sont coûteux et imposent certaines limites aux formes des produits obtenus. En outre, on connaît un procédé de moulage par injection qui produit des pièces moulées mousse. Le moulage par injection est efficace pour former des objets ayant des formes compliquées mais il ne permet pas d'obtenir des pièces moulées à peau lisse si on utilise une résine synthétique mousse. En outre, les pièces moulées sont en général enlevées d'un moule après que la résine injectée a été refroidie. Mais la durée de refroidissement est d'autant plus longue que la section de la pièce moulée est plus épaisse.

L'invention vise un procédé nouveau de fabrication d'objets qui surmonte tous les inconvénients du procédé classique mentionné ci-dessus.

Le procédé suivant l'invention consiste à injecter une résine fondue dans une cavité de moule et à charger une masse de fluide sous pression dans cette cavité, de sorte qu'elle soit enfermée par la résine.

Au dessin annexé, donné uniquement à titre d'exemple :

La figure 1 est un schéma vu en coupe d'un moule pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention.

Les figures 2 et 3 sont des vues en coupe montrant des pièces moulées creuses fabriquées par le procédé suivant l'invention.

La figure 4 est une vue en coupe d'une autre variante de moule qui peut être utilisé dans le procédé suivant l'invention.

La figure 5 est une vue en coupe représentant une pièce moulée fabriquée en utilisant le moule représenté à la figure 4.

Les figures 6A à 6C sont des schémas illustrant un processus de fabrication d'un article mousse par le procédé suivant l'invention.

Les figures 7A à 7C sont des schémas illustrant un autre processus de préparation d'un article mousse par le procédé suivant l'invention.

Les figures 8A à 8D sont des schémas illustrant encore

COPY

un autre processus de fabrication d'un article mousse suivant le procédé de l'invention.

La figure 9 est une vue en coupe illustrant une autre variante de moule utilisé dans le procédé suivant l'invention ; et

5 Les figures 10A à 10D sont des schémas illustrant un processus de fabrication d'un objet à section épaisse par le procédé suivant l'invention.

En se reportant à la figure 1, on voit un cylindre 1 d'injection d'une machine (non représentée) de moulage par injection d'un type bien connu dans la technique. Dans le cylindre 1 est disposée une vis 2 pour plastifier et injecter une résine synthétique à mouler. La vis 2 peut être entraînée en rotation ou entraînée autrement par un moyen non représenté.

15 La buse 3 du cylindre 1 est reliée à l'entrée d'un moule 4 d'une manière convenable bien connue dans la technique. L'intérieur du cylindre 1 communique avec la cavité 5 du moule par un passage 6 de la buse 3 et par une carotte 7 du moule 4. La cavité 5 est formée par une partie 8 fixe du moule et par une partie 9 mobile du moule.

20 Pour effectuer le procédé suivant l'invention, on place un dispositif 10 pour l'injection d'un fluide à la sortie du cylindre 1 d'injection. Le dispositif 10 d'injection du fluide a une sortie 11 qui débouche dans le passage 6 de la buse 3, de manière à permettre l'amenée d'un fluide dans la cavité 5 par la carotte 7 du moule 4. La sortie 11 est reliée à une chambre 12 sous pression d'un cylindre 13 pour un fluide par un conduit 14 et une vanne 18 de réglage. Un piston 15 est monté coulissant dans le cylindre 13. Ce piston peut mettre sous pression un fluide fourni à la chambre 12 en provenance d'une source quelconque par un conduit 16 ayant une vanne 17. Quand le piston 15 se meut vers la gauche, tel que représenté à la figure 1, le fluide de la chambre 12 est mis sous pression par le piston 15 et pénètre dans la cavité 5 par le conduit 14, le dispositif 10 d'injection du fluide et la carotte 7.

35 La résine synthétique à mouler est plastifiée à l'aide de la vis 2 dans le cylindre 1 d'injection et est injectée dans la cavité 5 par la buse 3 et la carotte 7 en une quantité qui est inférieure au volume de la cavité 5, cette injection s'effectuant sous l'action de la pression exercée par la vis 2. Ensuite, 40 un fluide sous pression est envoyé par la sortie 11 du dispositif

10 d'injection de fluide dans la cavité 5, de manière à former une partie 20 creuse dans la résine 21 injectée dans la cavité 5 comme illustré à la figure 2. Si on injecte encore de la résine dans la cavité 5, on peut obtenir des pièces moulées 21A dont la  
5 partie 20A creuse est fermée, comme représenté à la figure 3.

On peut charger le fluide dans la cavité 5 en même temps que la résine y est injectée. Dans ce cas, on peut empêcher la cassure de la couche de résine dans la cavité du moule due aux formes des pièces moulées à fabriquer. Ceci semble dû au fait que  
10 le fluide est chargé dans la cavité en étant entouré par la résine, de sorte que la partie creuse peut être facilement formée dans les pièces moulées au sein de la cavité.

Quand le fluide casse la couche de résine de la cavité même quand on opère à la manière indiquée ci-dessus, si bien  
15 qu'on ne peut obtenir des résultats reproductibles et satisfaisants, il vaut mieux mettre la cavité du moule à l'avance sous pression à l'aide d'un gaz sous pression avant l'injection de la résine à mouler.

La figure 4 représente un autre moule qui peut être uti-  
20 lisé pour obtenir des pièces moulées satisfaisantes sans pressurisation à l'avance de la cavité du moule. Ce moule comprend une partie 30 fixe et des première et seconde parties 31 et 32 mobiles. La partie fixe 30 et la première partie mobile 31 forment un canal principal 33 entre elles avec une carotte 34 et un canal se-  
25 condaire 35 à leurs extrémités. Le canal 35 communique avec une cavité 36 du moule constituée par les première et seconde parties 31 et 32. Cette cavité comporte un passage 37 qui communique avec l'atmosphère par une vanne 38.

La figure 5 représente un article 39 moulé à l'aide du  
30 moule illustré à la figure 4. Quand on charge un fluide sous pression dans la cavité 36, il traverse la résine injectée et s'évacue de la cavité vers l'atmosphère par le passage 37. Il s'ensuit que l'on peut obtenir une reproductibilité satisfaisante de la forme et que l'on peut obtenir des passages 40 de forme compli-  
35 quée dans les pièces moulées. En outre, on peut effectuer le refroidissement des pièces moulées dans les passages 40 en continuant à alimenter en fluide la cavité.

Quand on veut fabriquer des pièces moulées de plus grande épaisseur, on agrandit le volume de la cavité du moule en  
40 faisant se mouvoir la partie mobile, par exemple la partie 9 de



la figure 1, en même temps que l'on charge le fluide dans la cavité. En outre, quand la cavité a une épaisseur plus petite lors de l'injection de la résine, l'agrandissement de la cavité est possible en vue d'obtenir des pièces moulées ayant des couches  
5 extrêmement fines et extrêmement uniformes.

Par l'expression "résine synthétique", on entend toutes matières résineuses thermoplastiques généralement utilisées dans la technique. Néanmoins, on peut utiliser toutes matières résineuses thermodurcissables convenables. En outre, on peut ajouter  
10 divers additifs à ces matières résineuses.

Par l'expression "fluide", on entend une masse liquide ou gazeuse. La masse gazeuse peut être de l'air, de préférence de l'azote gazeux, du gaz carbonique, etc. La masse liquide peut être de l'eau, mais tout liquide convenable qui ne nuit pas à la  
15 résine à mouler peut être utilisé. On chauffe à l'avance de préférence le liquide au voisinage de la température de la résine plastifiée quand on le charge dans la cavité.

Suivant l'invention, on peut utiliser une résine moussable pour obtenir des pièces moulées mousse ayant des peaux plus  
20 lisses que celles des pièces moulées fabriquées suivant l'art antérieur. En se reportant à nouveau à la figure 1, on charge une masse de gaz dans la cavité 5 par la buse 3 et la carotte 7 après ou pendant l'injection de la résine moussable pour former dans celle-ci une partie creuse. Puis on fait sortir le gaz de la cavité 5 d'une manière bien connue dans la technique quand la couche  
25 extérieure superficielle de la résine injectée durcit. En conséquence, la résine moussable se dilate vers l'intérieur pour former des pièces moulées ayant une couche extérieure non mousse et une couche intérieure mousse entourée par la couche extérieure.  
30 Cette couche extérieure non mousse a une peau plus lisse puisque sa masse volumique est supérieure à celle des pièces moulées fabriquées suivant l'art antérieur. La marque d'un remous à la surface des pièces moulées peut être évitée en mettant la cavité sous pression à l'aide d'un gaz avant le stade d'injection de la  
35 résine qui peut mousser.

On peut injecter la résine dans la cavité 5 de manière que cette résine 50 soit entourée d'une résine 51 non moussable, comme illustré à la figure 6A. Quand une masse de gaz est chargée dans la cavité 5, ces résines, comme illustré à la figure 6B,  
40 sont repoussées contre les parois du moule, de manière à former

une partie 52 creuse. Quand le gaz est évacué de la cavité après que la couche de résine non moussable a durci au moins en sa partie superficielle extérieure, la couche 50 de résine moussable, comme représenté à la figure 6C, s'étend jusqu'à devenir un corps 50A cellulaire emplissant la partie 52 creuse.

Les figures 7A à 7C illustrent un autre processus de fabrication de pièces mousse suivant l'invention. On fait s'expanser une résine moussable une fois qu'elle a été injectée dans la cavité puis on charge une masse de gaz dans la cavité (voir les figures 7A et 7B). Quand le gaz est évacué de la cavité, une couche intérieure de résine prend à nouveau de l'expansion pour former un objet ayant une couche 53 superficielle de densité plus élevée et un corps 54 cellulaire entouré par la couche 53 superficielle.

Dans un autre processus encore de fabrication de pièces moulées mousse, illustré aux figures 8A à 8D, une cavité 55 est susceptible d'être agrandie sous l'action de la pression d'injection d'une résine moussable. Quand la résine 56 fondue est injectée dans la cavité 55, cette dernière est agrandie comme représenté à la figure 8B. En chargeant ensuite du gaz, la cavité 55 s'agrandit à sa dimension normale tandis que la résine est repoussée contre les parois de la cavité, de manière à former une partie 57 creuse à l'intérieur (voir figure 8C). On évacue ensuite le gaz de la cavité, si bien que la couche intérieure de résine ne prend de l'expansion et devient un corps cellulaire intérieur entouré d'une couche superficielle ayant une densité plus élevée, comme illustré à la figure 8D.

La figure 9 illustre un autre moule pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention. Le moule lui-même 60 comprend une première partie 61 ayant une carotte 62, une seconde partie 63 ayant un canal 64 secondaire et une troisième partie 65 mobile par rapport à la seconde partie 63. Les première et seconde parties 61 et 63 forment entre elles un canal principal 66, qui communique à ses extrémités opposées avec la carotte 62 et le canal secondaire 64 respectivement. Les deuxième et troisième parties 63 et 65 constituent entre elles une cavité 67 de moule, qui communique à l'une de ses extrémités avec le canal secondaire 64, tandis qu'à son autre extrémité elle comprend un passage 68 pour l'évacuation du gaz.

La première partie 61 est munie d'un passage 69 d'ali-

mentation qui est relié au canal principal 66. La sortie de ce passage d'alimentation peut être ouverte ou fermée sélectivement à l'aide d'une vanne 70 à piston 71 monté coulissant dans un cylindre 72. Le piston 71 est destiné à recevoir sur ses deux côtés  
5 une pression amenée par l'une ou l'autre des ouvertures 73 et 74.

Le passage 69 est également relié à une vanne 75 à trois voies par l'intermédiaire d'un conduit 76. La vanne 75 permet d'établir une communication entre le passage 69 et une entrée 77 qui peut être reliée à toute source de pression convenable  
10 (non représentée) ou avec une autre entrée 78 qui peut être reliée à toute source de refroidissement (non représentée).

La résine fondue 80 qui peut être plastifiée dans toute machine de moulage par injection, non représentée, est injectée dans la cavité 67 du moule par la carotte 62, le canal 66 principal et le canal 64 secondaire en une quantité inférieure au volume de la cavité (voir figure 10A). La vanne 70 est alors ouverte et on envoie du gaz ou un liquide sous pression dans la cavité 67 par le canal 66 principal et le canal 64 secondaire, la vanne à trois voies 75 étant alors dans la position illustrée à la figure  
15 9. Le gaz chargé traverse la résine injectée 80 et est évacué à l'atmosphère par le passage 68 en formant une partie 81 creuse dans la résine, comme illustré à la figure 10B. Ensuite, on fait tourner la vanne 75 à trois voies de manière à établir une communication entre le passage 69 et l'entrée 78, de sorte qu'un agent réfrigérant, tel que de l'eau, est envoyé dans la partie 81 creuse, de manière à refroidir la résine 80. Au bout d'un temps donné, on fait fonctionner à nouveau la vanne 75 à trois voies pour établir une communication entre le passage 69 et l'entrée 77. Du gaz est envoyé dans la partie 81 creuse de résine qui se trouve dans  
20 la cavité 67 de manière à repousser l'agent réfrigérant et à l'évacuer de la partie 81 creuse, comme illustré à la figure 10D.

Le processus illustré aux figures 10A à 10D est efficace pour abréger la durée de refroidissement d'une pièce moulée, parce que cette dernière est également refroidie par ses parois  
35 intérieures.

Les exemples suivants illustrent l'invention.

#### Exemple 1

On moule une résine thermoplastique en un article affectant la forme d'un disque d'un diamètre de 150 mm et d'une épaisseur de 7 mm en utilisant le moule illustré à la figure 1. La ré-  
40



sine thermoplastique utilisée est du polystyrène qui est plastifié à 200° C et injecté dans la cavité du moule en une quantité de 80 g. On envoie ensuite de l'azote gazeux dans la cavité du moule sous une pression de 150 kg/cm<sup>2</sup>. Quand la résine a été refroidie et durcie dans la cavité, on obtient des pièces moulées ayant une partie creuse, comme illustré à la figure 2. Quand de la résine plastifiée est en outre injectée dans la cavité du moule en une quantité d'environ 20 g après que l'azote gazeux y a été chargé, on obtient, après refroidissement en vue du durcissement, des pièces moulées creuses telles qu'illustrées à la figure 3.

#### Exemple 2

Dans le moule illustré à la figure 1, on injecte du polystyrène fondu, la cavité du moule affectant la forme d'un disque d'un diamètre de 20 cm et d'une épaisseur de 1 cm. L'injection se fait par un canal central direct. On charge ensuite de l'azote gazeux sous une pression de 50 kg/cm<sup>2</sup> par le même canal. Cependant que l'on charge le gaz sous pression dans la cavité, on fait s'éloigner une partie mobile du moule de l'une de ses parties fixes, de sorte que la cavité du moule est agrandie et a une épaisseur de 3 cm. De la sorte, on obtient des pièces moulées ayant une partie creuse plus grande et une densité moyenne de 0,4.

#### Exemple 3

On reprend l'exemple 2 si ce n'est que l'on règle la cavité du moule à une épaisseur de 3 cm. On obtient des pièces moulées ayant des couches superficielles un peu plus épaisses que celles des pièces moulées obtenues à l'exemple 2.

#### Exemple 4

On moule des articles mousse en utilisant le moule illustré à la figure 1. A de la résine de polystyrène on ajoute, à titre d'agent moussant, 6% en poids de n-pentane et 0,2% en poids d'amide de l'acide azodicarboxylique et l'on plastifie à 200° C. Ensuite, on injecte cette résine de polystyrène fondue dans la cavité d'un moule affectant la forme d'un disque d'un diamètre de 150 mm et d'une épaisseur de 10 mm en passant par un canal central direct. La cavité du moule est constituée à l'aide de parties de moule en fer et elle est mise au préalable sous une pression de 10 kg/cm<sup>2</sup> par de l'air avant que l'on injecte de la résine en une quantité de 100 g. Ensuite, on envoie de l'azote gazeux sous une pression de 80 kg/cm<sup>2</sup> dans la cavité pour former

une pièce moulée creuse. Cinq secondes après, on retire l'azote gazeux de la cavité, de sorte que la résine moussable puisse s'y  
expanser. L'article mousse obtenu a une couche superficielle lisse et un corps intérieur mousse entouré par la couche superficielle ; sa densité moyenne est de 0,57. Quand on établit une communication entre la cavité du moule mise au préalable sous pression et une source de dépression lors de l'évacuation de l'azote gazeux, on obtient des articles ayant des surfaces plus lisses. En outre, la résine s'expande de manière plus uniforme en utilisant  
5 de l'hydrogène gazeux chauffé à 250° C.  
10

#### Exemple 5

On moule des articles mousse suivant le processus illustré à la figure 6. Dans le moule illustré à la figure 1, on injecte une résine de polystyrène plastifiée à 200° C dans la cavité  
15 en une quantité de 60 g puis on injecte du polystyrène moussable semblable à celui utilisé à l'exemple 4 en une quantité de 60 g. Ensuite, on envoie de l'azote gazeux dans la cavité du moule sous une pression de 80 kg/cm<sup>2</sup> pour former une partie creuse dans la résine qui a été injectée. Cinq secondes après, on enlève  
20 l'azote gazeux de la cavité, de sorte que la résine moussable peut s'expanser pour former des pièces moulées mousse. Ces pièces moulées consistent en noyaux mousse entourés de couches superficielles lisses. La densité moyenne est de 0,7.

#### Exemple 6

25 Dans le moule représenté à la figure 1, on moule des pièces moulées en forme de disque d'un diamètre de 150 mm et d'une épaisseur de 7 mm. La résine thermoplastique utilisée est du polystyrène et le liquide est de l'eau chauffée à 200° C. On règle d'abord l'épaisseur de la cavité du moule à 5 mm puis on emplit  
30 de résine fondue. Ensuite, on envoie de l'eau chauffée dans la cavité sous une pression de 150 kg/cm<sup>2</sup>. Sous l'action de la pression de l'eau envoyée, l'épaisseur de la cavité augmente à 7 mm. On refroidit dans la cavité les pièces moulées obtenues comportant des parties creuses.

#### Exemple 7

35 Dans le moule illustré à la figure 9, on fabrique des objets cylindriques d'un diamètre de 20 mm et d'une longueur de 300 mm. La résine thermoplastique est de l'ABS et le liquide est de l'eau chauffée à 200° C. On injecte la résine plastifiée dans  
40 la cavité du moule en une quantité représentant 70% du volume de

celui-ci puis on envoie l'eau chauffée dans la cavité 67 du moule sous une pression de 150 kg/cm<sup>2</sup> par l'intermédiaire du passage 69 et de la vanne 75. Finalement, on refroidit les pièces moulées creuses obtenues au sein même de la cavité.

5

Exemple 8

Dans le moule illustré à la figure 9, on fabrique des objets cylindriques de 40 mm de diamètre et de 300 mm de longueur. La résine thermoplastique utilisée est du polystyrène. Elle est plastifiée à 200° C puis injectée dans la cavité du moule en une  
10 quantité représentant les deux tiers du volume de celui-ci. Ensuite, on envoie de l'azote gazeux dans la cavité du moule sous une pression de 100 kg/cm<sup>2</sup> pour former dans la résine une partie creuse, puis on envoie de l'eau froide dans la partie creuse afin de la refroidir. Ensuite, on envoie à nouveau de l'azote gazeux  
15 sous pression dans la cavité pour en expulser l'eau. Suivant l'invention, le temps nécessaire pour mouler un seul objet est de une minute et vingt secondes à une température du moule de 30° C. En revanche, suivant l'art antérieur, il fallait deux minutes et trente secondes.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'objets en résine synthétique, caractérisé en ce qu'il consiste à injecter de la résine fondue dans une cavité de moule en une quantité inférieure au volume de la cavité et à envoyer une masse de fluide sous pression dans cette cavité, de manière que cette masse de fluide soit enfermée par la résine.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à injecter en outre une certaine quantité de résine fondue dans le moule après y avoir envoyé du fluide sous pression.

3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, dans lequel le fluide est une masse de gaz et la résine est une résine synthétique moussable, caractérisé en ce qu'il consiste à faire sortir le gaz de la cavité du moule quand la résine moussable qui y est injectée, est durcie sur sa couche superficielle extérieure.

4. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le fluide est une masse de gaz et la résine est une couche intérieure de résine moussable entourée d'une couche extérieure de résine non moussable, caractérisé en ce qu'il consiste à expulser le gaz de la cavité du moule quand la couche extérieure durcit sur sa partie superficielle.

5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il consiste à injecter une masse d'agent réfrigérant dans la partie creuse de la résine créée par l'envoi du fluide alors que le fluide est expulsé de la cavité du moule.

6. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il consiste à mettre la cavité du moule sous pression à l'aide d'un gaz avant l'injection de la résine fondue.

7. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il consiste à agrandir le volume de la cavité lorsqu'on envoie le fluide dans celle-ci.

8. Procédé suivant la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce qu'il consiste à agrandir le volume de la cavité après expulsion du gaz.

9. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il consiste à chauffer à l'avance le fluide avant de l'envoyer dans le moule.



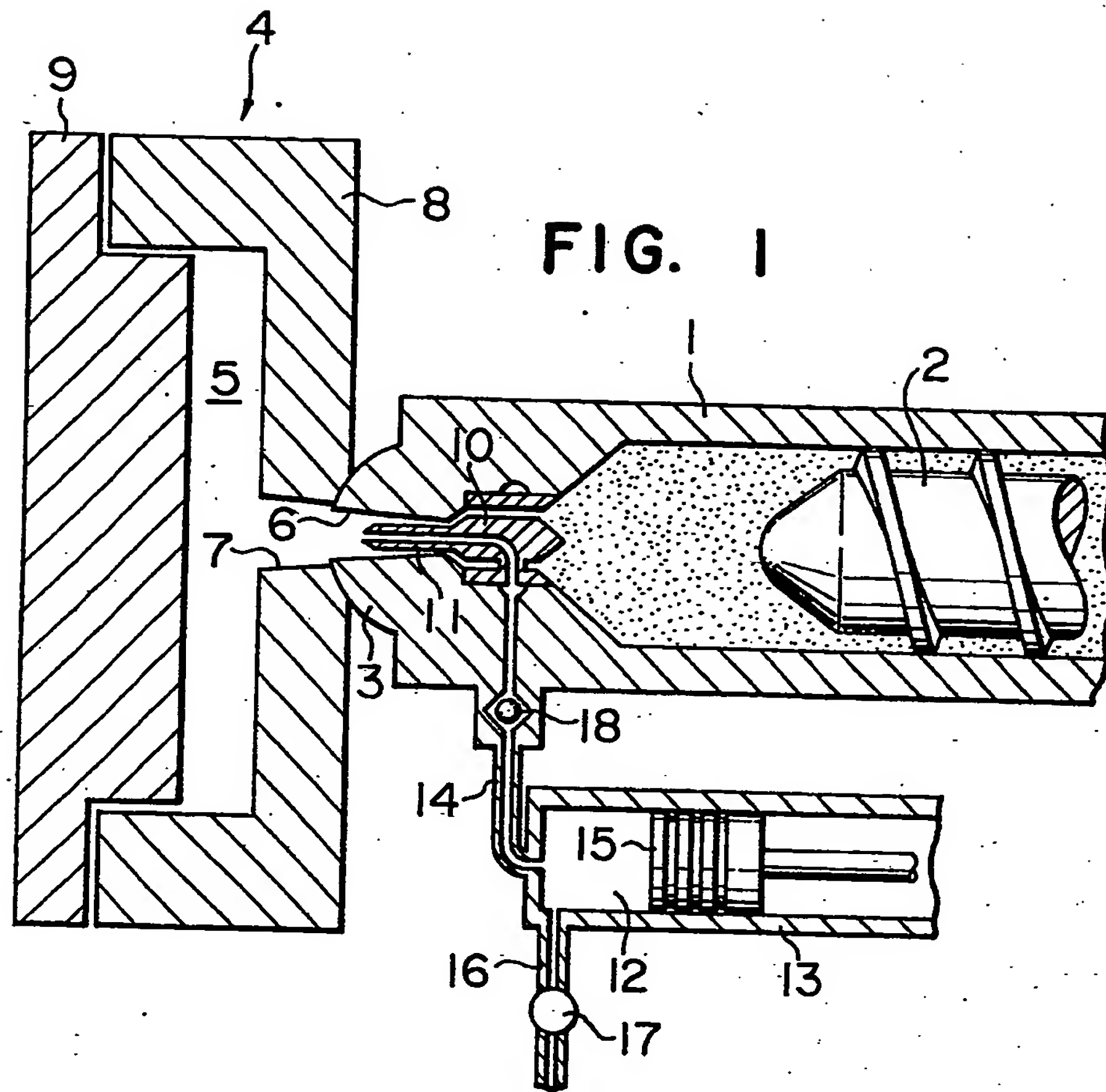


FIG. 2

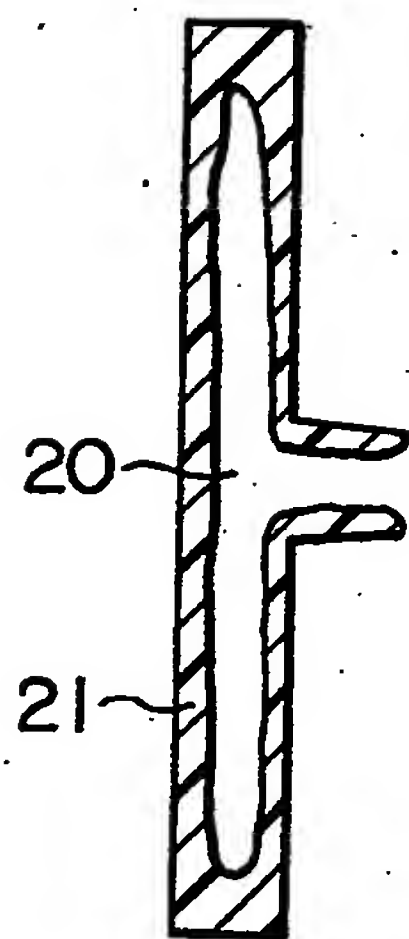


FIG. 3

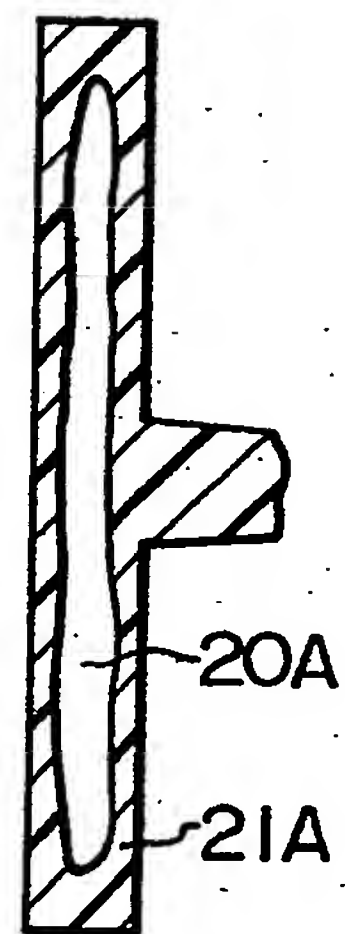


FIG. 4

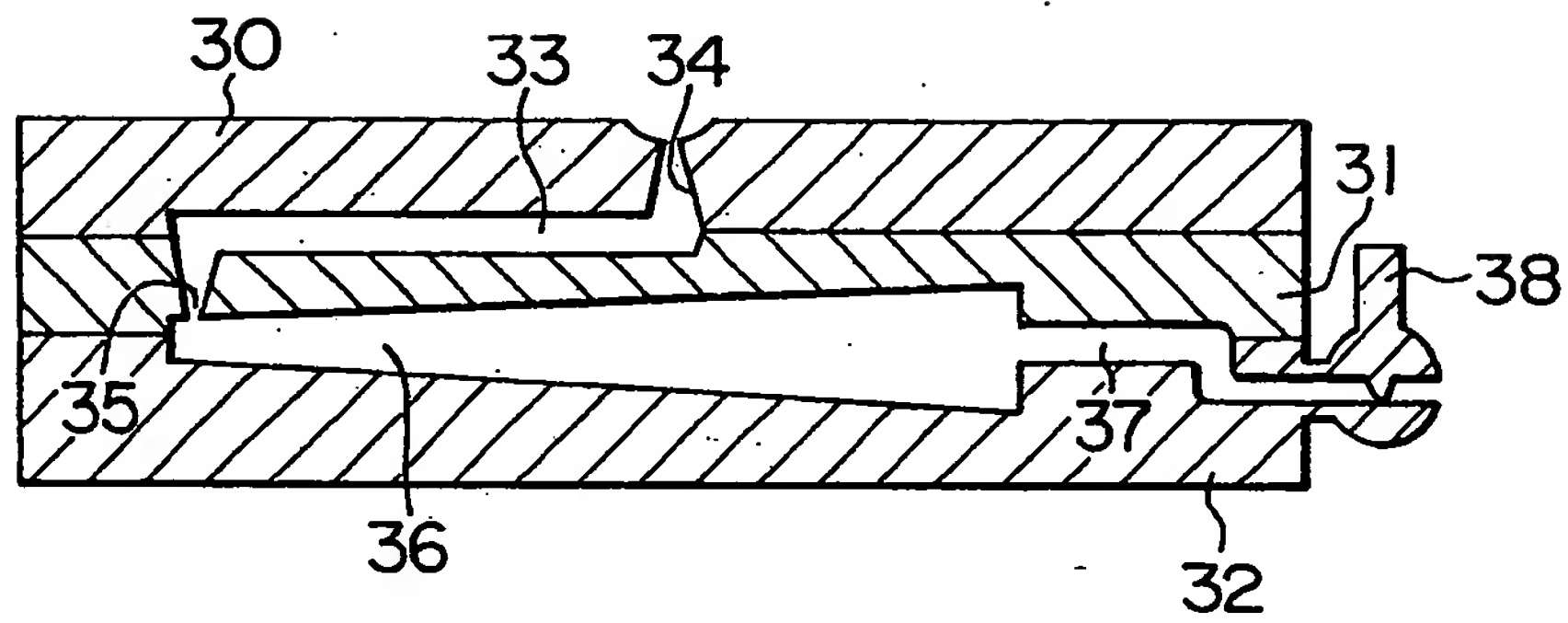


FIG. 5

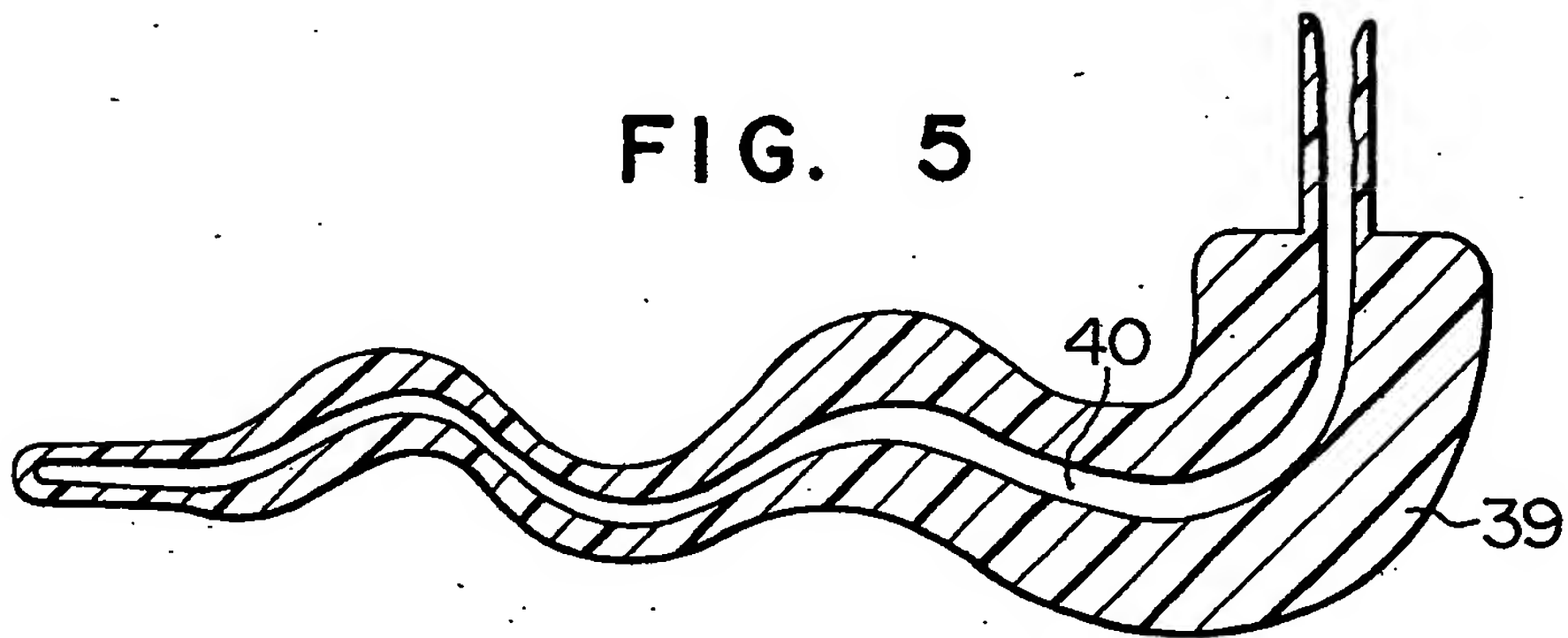


FIG. 6A

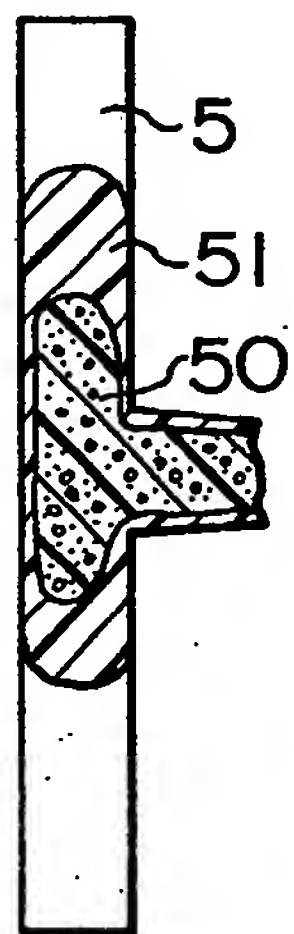


FIG. 6B

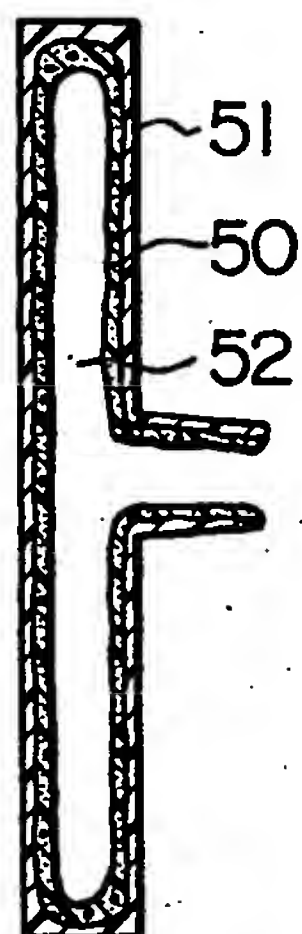


FIG. 6C

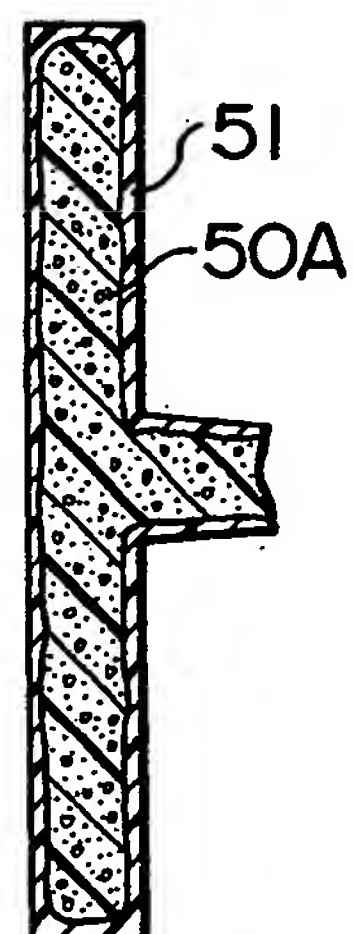


FIG. 7A

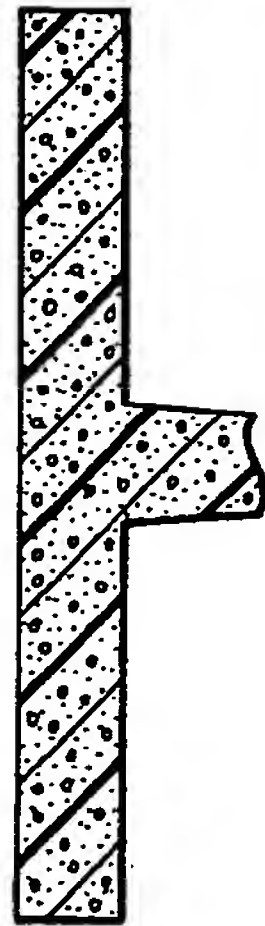


FIG. 7B

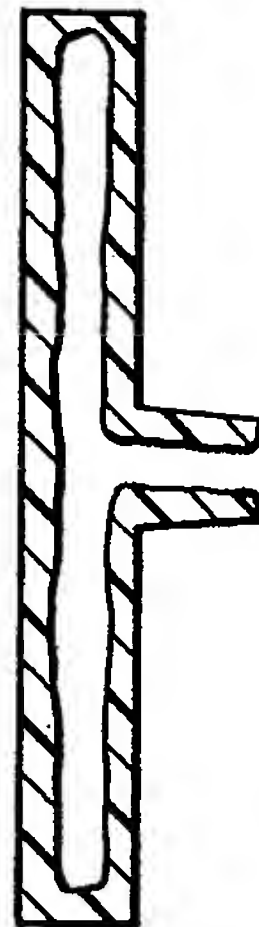


FIG. 7C

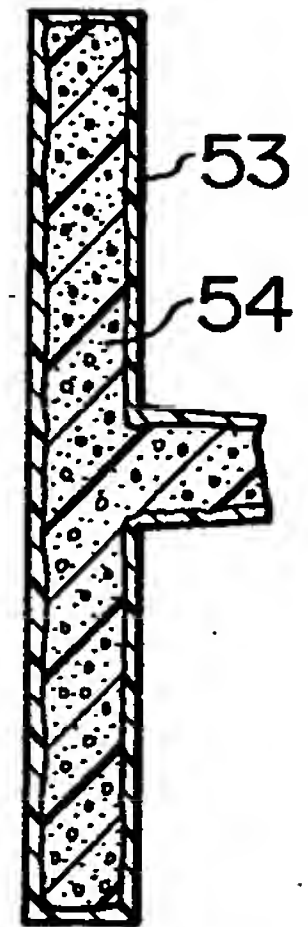


FIG. 8A

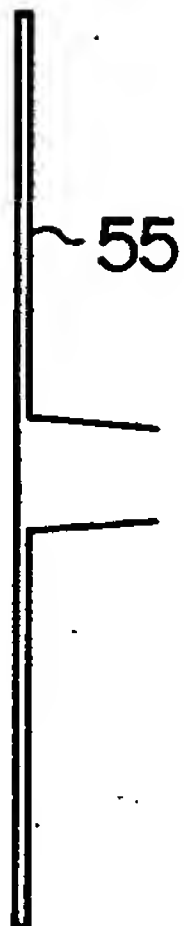


FIG. 8B

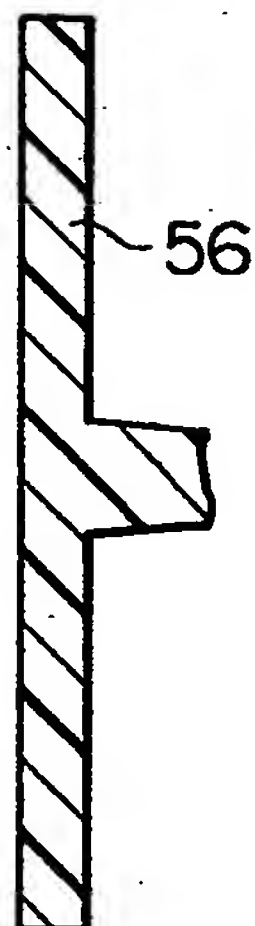


FIG. 8C

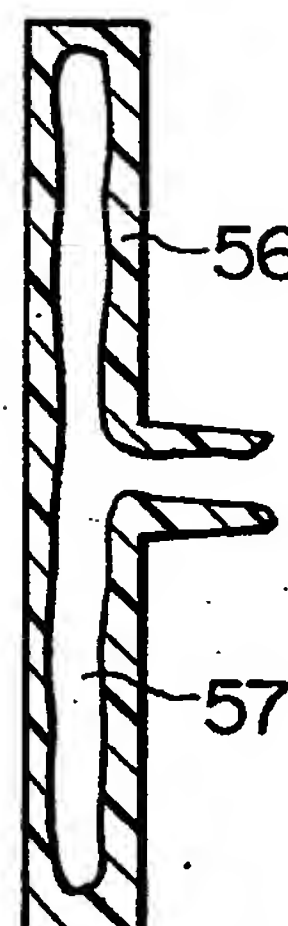


FIG. 8D

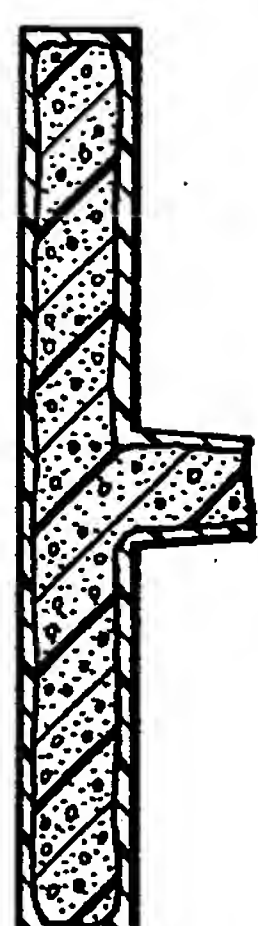


FIG. 9

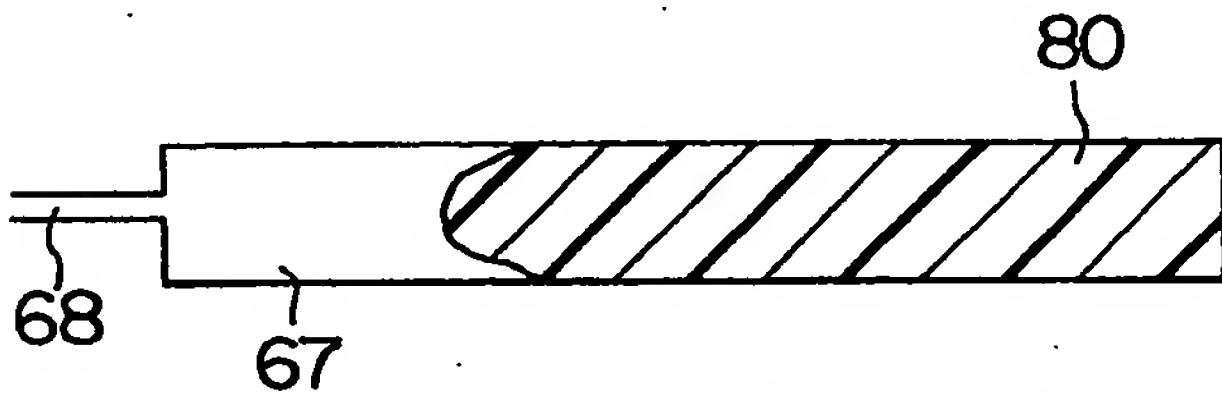
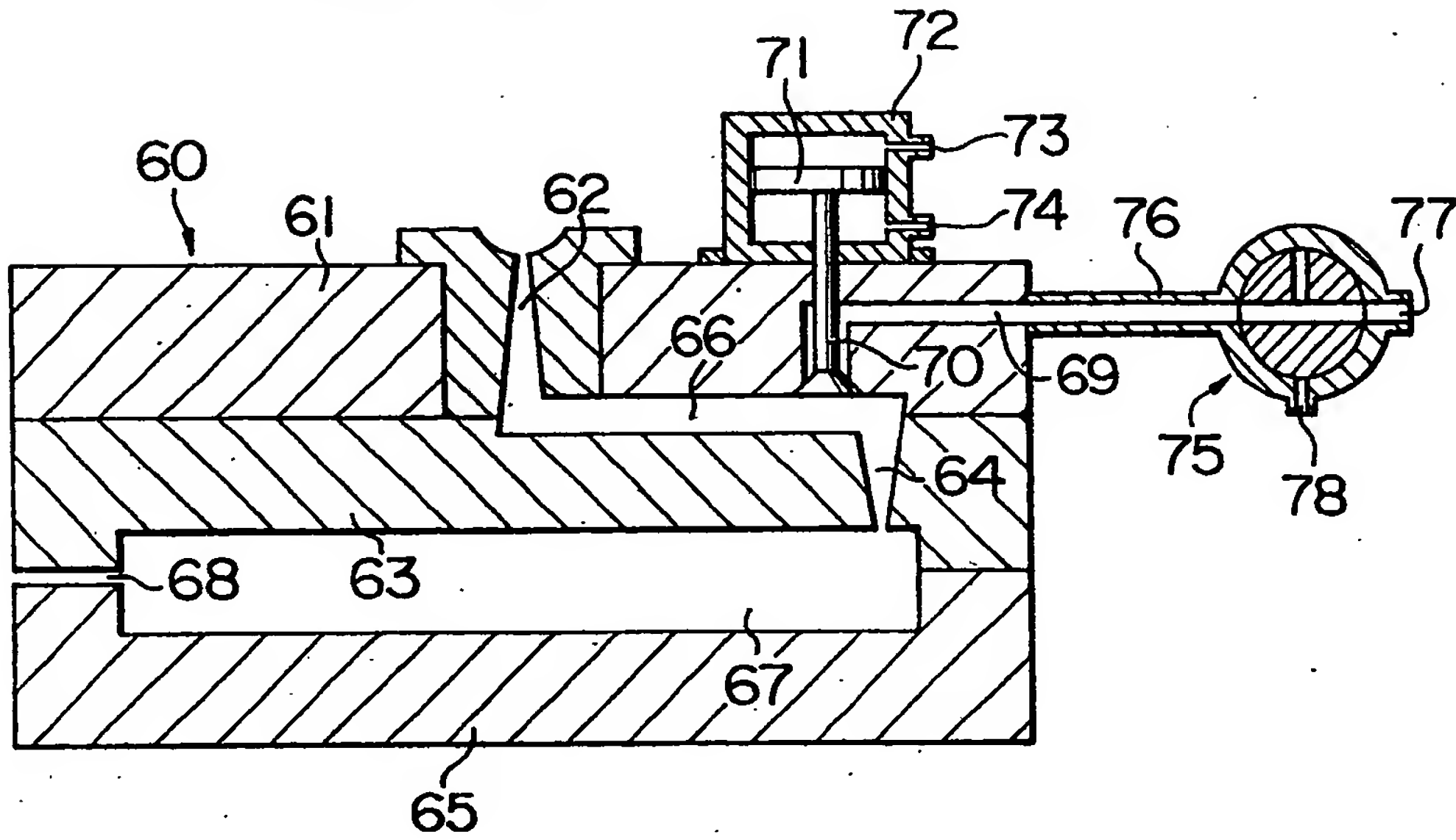


FIG. 10A

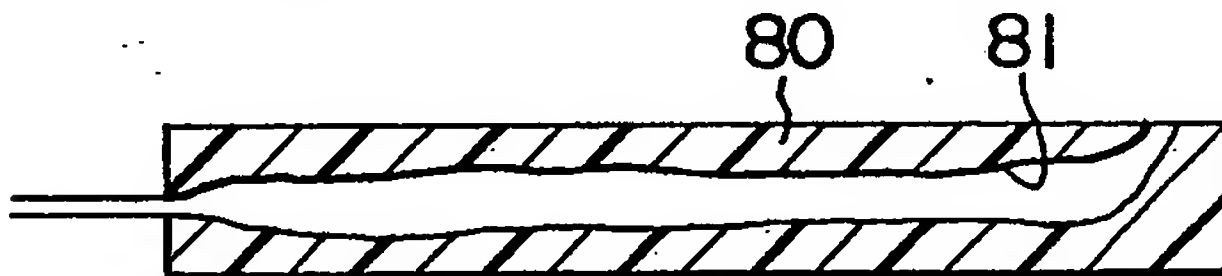


FIG. 10B

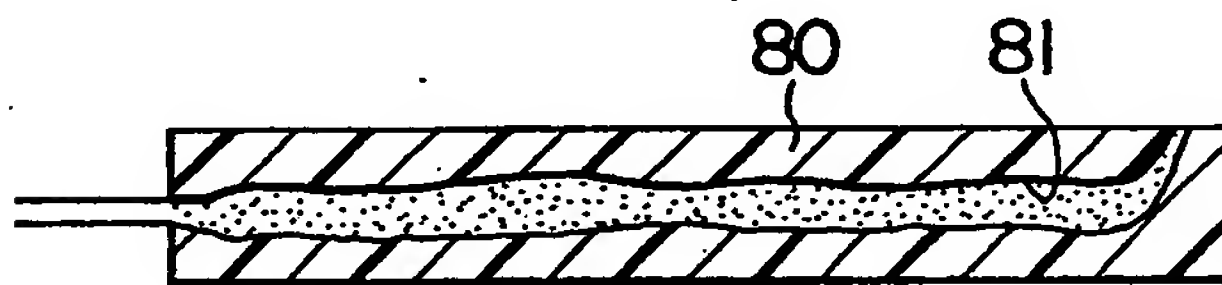


FIG. 10C

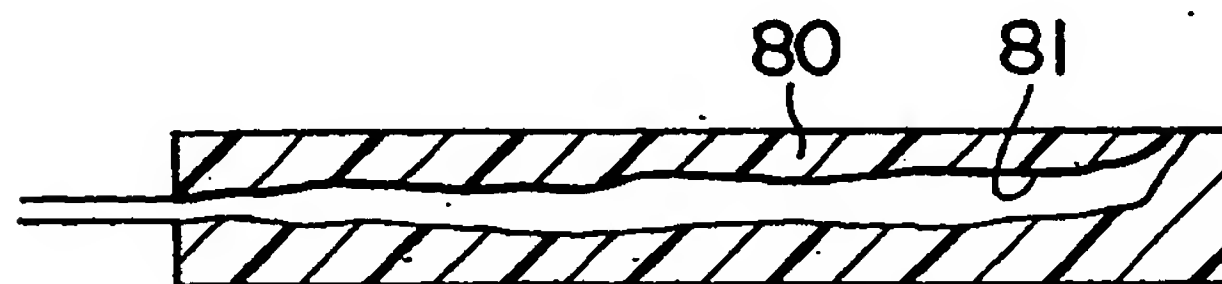


FIG. 10D



# TRANSLATION ACES

29 Broadway ♦ Suite 2301

New York, NY 10006-3279

Tel. (212) 269-4660 ♦ Fax (212) 269-4662

[Translation from French]

(19) FRENCH REPUBLIC

NATIONAL INSTITUTE  
OF INDUSTRIAL PROPERTY

PARIS

(11) Publication No. **2,256,021**

(to be used only for orders of reproductions)

A1 PATENT APPLICATION

(21) No. **74 43004**

(54) **Process of Fabricating Objects in Synthetic Resin**

(51) International Classification<sup>2</sup>: B 29 D 22/02, 27/04

(22) Filing date: 27 December 1974, 3:14 p.m.

(33) (32) (31) Priority claimed: Patent Applications No. 1,245/1974 filed in Japan on 28 December 1973; No. 73,622/1974 on 27 June 1974 and No. 74,642/1974 on 29 June 1974 in the name of Applicant

(41) Date of availability of application to the public: BOPI "Lists" No. 30 of 25 July 1975

(71) Applicant: Company called: ASAHI-DOW LIMITED, residing in Japan

(72) Inventor:

(73) Holder: same as (72)

(74) Agent: [Illegible] du Pont Law Firm (A. Laurié and W. [illeg.])

The present invention relates to a new process of fabricating objects in synthetic resin.

According to conventional molding processes, hollow objects are fabricated by blow molding, or by a joining operation whereby two or more molded parts are assembled together. Both operations are costly and imposed certain limitations on the shapes of the products obtained. Further, there is a known process of injection molding that produces molded foam parts. Injection molding is effective for making objects of complicated shape, but it does not serve to produce molded parts with smooth skin if a synthetic foam resin is used. Further, the molded parts are generally removed from a mold after the injected resin has cooled. However, the cooling time is longer, the thicker the cross section of the molded part.

The invention contemplates a new process of fabricating objects that overcomes all the disadvantages of the conventional process mentioned above.

The process according to the invention consists in injecting a molten resin into a mold cavity and forcing a mass of fluid into such cavity under pressure, so that it is enclosed by the resin.

In the accompanying drawing, given solely by way of example:

Fig. 1 is a diagrammatic sectional view of a mold for operating the process according to the invention.

Figs. 2 and 3 are sectional views showing hollow molded parts fabricated by the process according to the invention.

Fig. 4 is a sectional view of another modified mold that may be used in the process according to the invention.

Fig. 5 is a sectional view showing a molded part fabricated using the mold shown in Fig. 4.

Figs. 6A to 6C are diagrams illustrating a process of fabrication of a foam product by the process according to the invention.

Figs. 7A to 7C are diagrams illustrating another process of preparation of a foam product by the process according to the invention.

Figs. 8A to 8D are diagrams illustrating yet another process of fabricating a foam product by the process according to the invention.

Fig. 9 is a sectional view illustrating another modified mold used in the process according to the invention; and,

Figs. 10A to 10D are diagrams illustrating a process of fabricating an object having a thick cross section by the process according to the invention.

Referring to Fig. 1, we see an injection cylinder 1 of an injection molding machine (not shown) of a type well known in the art. In the cylinder 1 is arranged a screw 2 to plasticize and inject a synthetic molding resin. The screw 2 may be driven rotationally or otherwise by a means not shown.

The mouth 3 of the cylinder 1 is connected to the entrance of a mold 4 in a suitable manner well known in the art. The interior of the cylinder 1 communicates with the cavity 5 of the mold by way of a passage 6 in the mouth 3 and a sprue 7 of the mold 4. The cavity 5 is formed by a fixed portion 8 and by a movable portion 9 of the mold.

To carry out the process according to the invention, a device 10 for injection of a fluid is placed at the exit of the injection cylinder 1. The fluid injection device 10 has an outlet 11 opening into the passage 6 in the mouth 3, permitting a fluid to be introduced into the cavity 5 by way of the sprue 7 of the mold 4. The outlet 11 is connected to a chamber 12 of a cylinder 13 under pressure of a fluid by way of a conduit 14 and a control valve 18. A piston 15 is mounted sliding in the cylinder 13. Said piston can apply pressure to a fluid supplied to the chamber 12 from any source by way of a conduit 16 having a valve 17. When the piston 15 moves to the left as shown in Fig. 1, the fluid in the chamber 12 is subjected to pressure by the piston 15 and enters the cavity 5 by way of the conduit 14, the fluid injection device 10 and the sprue 7.

The synthetic resin to be molded is plasticized by means of the screw 2 in the injection cylinder 1 and injected into the cavity 5 by way of the mouth 3 and the sprue 7 in a quantity smaller than the volume of the cavity 5, this injection being performed under the pressure exerted by the screw 2. Then a fluid under pressure is passed through the outlet 11 of the fluid injection device 10 into the cavity 5 so as to form a hollow portion 20 in the resin 21 injected into the cavity 5, as illustrated in Fig. 2. If more resin is injected into the cavity 5, molded parts 21A may be obtained whose hollow portion 20A is shaped as shown in Fig. 3.

The fluid may be forced into the cavity 5 at the same time as the resin is injected thereto. In that case, breakage of the layer of resin in the mold cavity



due to the shapes of the molded parts to be fabricated can be prevented. This seems to be because the fluid is forced into the cavity while surrounded by the resin, so that the hollow portion can readily be shaped in the molded parts inside the cavity.

When the fluid breaks the resin layer of the cavity even when the procedure indicated above is followed, so that reproducible and satisfactory results are not obtainable, it is better to place the mold cavity under pressure beforehand with the aid of a gas under pressure, before injecting the resin to be molded.

Fig. 4 shows another mold that may be used to obtain satisfactory molded parts without pressurizing the mold cavity beforehand. This mold comprises a fixed portion 30 and first and second movable portions 31 and 32. The fixed portion 30 and the first movable portion 31 form a main channel 33 between them, with a sprue 34 and a secondary channel 35 at their ends. The channel 35 communicates with a cavity 36 of the mold consisting of the first and second portions 31 and 32. This cavity comprises a passage 37 communicating with the atmosphere by way of a valve 38.

Fig. 5 shows a product 39 molded with the mold illustrated in Fig. 4. When a fluid under pressure is forced into the cavity 36, it passes through the injected resin and escapes from the cavity to the atmosphere by way of the passage 37. As a result, a satisfactory reproducibility of the shape may be obtained, and passages 40 of complicated shape can be obtained in the molded

parts. Also, the cooling of the molded parts may be accomplished in the passages 40 by continuing to supply fluid to the cavity.

When it is desired to fabricate molded parts of greater thickness, the volume of the mold cavity is enlarged by moving the movable portion, for example the portion 9 in Fig. 1, while at the same time forcing the fluid into the cavity. Further, when the cavity is of a lesser thickness during injection of the resin, enlargement of the cavity is possible in order to obtain molded parts having extremely fine and extremely uniform layers.

The expression 'synthetic resin' is understood to mean any thermoplastic resinous materials commonly used in the art. However, any suitable thermo-setting resinous materials may be used. Also, various additives may be added to the said resinous materials.

The expression 'fluid' is understood to mean a liquid or gaseous mass. The gaseous mass may be air, preferably gaseous nitrogen, carbon dioxide, etc. The liquid mass may be water, but any suitable liquid that will not damage the resin to be molded may be employed. Preferably, the liquid is heated beforehand to somewhere near the temperature of the plasticized resin, when forced into the cavity.

According to the invention, use may be made of a foamable resin to obtain molded foam parts having smoother skins than those of molded parts fabricated according to the prior art. Referring again to Fig. 1, a mass of gas is forced into the cavity 5 by way of the mouth 3 and the sprue 7 after or during injection of the foamable resin, to form a hollow portion in the latter. Then the gas is

expelled from the cavity 5 in a manner well known in the art when the outer surface layer of the injected resin hardens. Consequently, the foamable resin expands inward to form molded parts having an outer non-foam layer and an inner foam layer surrounded by the outer layer. This non-foam outer layer has a smoother skin because its mass per unit volume is greater than that of molded parts fabricated according to the prior art. A bubble mark at the surface of molded parts may be avoided by placing the cavity under pressure with a gas prior to the stage of injection of the foamable resin.

The resin may be injected into the cavity 5 in such manner that said resin 50 is surrounded by a non-foamable resin 51, as illustrated in Fig. 6A. When a mass of gas is forced into the cavity 5, these resins, as illustrated in Fig. 6B, are pressed against the walls of the mold, forming a hollow portion 52. When the gas is evacuated from the cavity after the layer of non-foamable resin has hardened, at least in its outer surface, the layer 50 of foamable resin, as shown in Fig. 6C, expands to become a cellular body 50A filling the hollow portion 52.

Figs. 7A to 7C illustrate another process of fabrication of foam parts according to the invention. A foamable resin is made to expand once it has been injected in the cavity; then a mass of gas is forced into the cavity (see Figs. 7A and 7B). When the gas is evacuated from the cavity, an inner layer of resin again expands to form an object having a surface layer 53 of greater density and a cellular body 54 surrounded by the surface layer 53.

In yet another process of fabrication of molded foam parts, illustrated in Figs. 8A to 8D, a cavity 55 is capable of being enlarged under the action of the

injection pressure of a foamable resin. When the molten resin 56 is injected into the cavity 55, the latter is enlarged as shown in Fig. 8B. Then upon forcing in gas, the cavity 55 enlarges to its normal size, while the resin is pressed against the walls of the cavity, forming a hollow portion 57 inside (see Fig. 8C). Then the gas is evacuated from the cavity, so that the inner layer of resin begins to expand and becomes an inner cellular body surrounded by a surface layer having a higher density, as illustrated in Fig. 8D.

Fig. 9 illustrates another mold for operating the process according to the invention. The mold 60 itself comprises a first portion 61 having a sprue 62, a second portion 63 having a secondary passage 64, and a third portion 65 movable relative to the second portion 63. The first and second portions 61 and 63 form a main passage 66 between them, communicating at its opposed end with the sprue 62 and the secondary passage 64, respectively. The second and third portions 63 and 65 form a mold cavity 67 between them, communicating at one end with the secondary passage 64, while comprising a passage 68 for evacuation of the gas at the other end.

The first portion 61 is provided with a feed passage 69 connected to the main passage 66. The outlet of this feed passage may be opened or closed selectively by means of a valve 70 with piston 71 slidingly mounted in a cylinder 72. The piston 71 is intended to receive on its two sides, a pressure admitted through either of the openings 73 and 74.

The passage 69 is likewise connected to a three-way valve 75 by way of a conduit 76. The valve 75 serves to establish communication between the



passage 69 and an entrance 77 that may be connected to any suitable source of pressure (not shown), or with another entrance 78 that may be connected to any source of cooling (not shown).

The molten resin 80, which may be plasticized in any injection molding machine, not shown, is injected into the cavity 67 of the mold by way of the sprue 62, the main passage 66 and the secondary passage 64 in a quantity smaller than the volume of the cavity (see Fig. 10A). The valve 70 is then opened, and gas or liquid under pressure is passed into the cavity 67 by way of the main passage 66 and the secondary passage 64, the three-way valve 75 being then in the position illustrated in Fig. 9. The gas forced through the injected resin 80 is evacuated to the atmosphere by way of the passage 68, forming a hollow portion 81 in the resin, as illustrated in Fig. 10B. Then, the three-way valve 75 is turned so as to establish communication between the passage 69 and the entrance 78, so that a coolant, such as water, is passed into the hollow portion 81, so as to cool the resin 80. At the end of a given period of time, the three-way valve 75 is actuated again to establish communication between the passage 69 and the entrance 77. Gas is passed into the hollow resin portion 81 located in the cavity 67 so as to reject the coolant and evacuate the hollow portion 81, as shown in Fig. 10D.

The process illustrated in Figs. 10A to 10D is effective in shortening the cooling time of a molded part, because the latter is cooled likewise at its inner wall.

The following examples will illustrate the invention.

### Example 1

A thermoplastic resin is molded to a product taking the shape of a disk 150 mm in diameter and 7 mm in thickness, using the mold shown in Fig. 1. The thermoplastic resin used is polystyrene, plasticized at 200°C and injected into the mold cavity in a quantity of 80 g. Then gaseous nitrogen is passed into the mold cavity at a pressure of 150 kg/cm<sup>2</sup>. When the resin has cooled and hardened in the cavity, molded parts are obtained having a hollow portion, as illustrated in Fig. 2. When the plasticized resin is further injected into the mold cavity in a quantity of about 20 g after the gaseous nitrogen has been forced in, then, after cooling for hardening, hollow molded parts as illustrated in Fig. 3 are obtained.

### Example 2

In the mold shown in Fig. 1, molten polystyrene is injected, the mold cavity assuming the shape of a disk 20 cm in diameter and 1 cm in thickness. The injection is done by way of a direct central channel. Then gaseous nitrogen is forced in under a pressure of 50 kg/cm<sup>2</sup> via the same passage. While forcing the gas into the cavity under pressure, a movable portion of the mold is made to move away from one of its fixed portions so that the mold cavity is enlarged and has a thickness of 3 cm. In this way, molded parts having a larger hollow portion and a mean density of 0.4 are obtained.

### Example 3

Example 2 is repeated, except that the mold cavity is adjusted to a thickness of 3 cm. Molded parts are obtained having surface layers a little thicker than those of the molded parts obtained in Example 2.

### Example 4

Foam products are molded using the mold shown in Fig. 1. To the polystyrene resin, as foaming agent, 6% by weight of n-pentane and 0.2% by weight of azodicarboxylic acid amide are added, plasticizing at 200°C. Then this molten polystyrene resin is injected into the cavity of a mold having the shape of a disk 150 mm in diameter and 10 mm in thickness, through a direct central opening. The mold cavity is established by means of iron mold portions and subjected beforehand to a pressure of 10 kg/cm<sup>2</sup> with air before injecting resin in a quantity of 100 g. Then gaseous nitrogen at a pressure of 80 kg/cm<sup>2</sup> is passed into the cavity to form a hollow molded part. Five seconds later, the gaseous nitrogen is removed from the cavity, so that the foamable resin can expand therein. The foam product obtained has a smooth surface layer and an inner foam body surrounded by the surface layer; its mean density is 0.57. When communication is established between the mold cavity, previously placed under pressure, and a source of depressurization upon evacuation of the gaseous nitrogen, products having smoother surfaces are obtained. Besides, the resin expands more uniformly, using gaseous hydrogen heated to 250°C.

#### Example 5

Foam products are molded by the process illustrated in Fig. 6. In the mold shown in Fig. 1, a polystyrene resin plasticized at 200°C is injected into the cavity in a quantity of 60 g, then foamable polystyrene is injected, similar to that used in Example 4, in a quantity of 60 g. Then gaseous nitrogen is passed into the mold cavity under a pressure of 80 kg/cm<sup>2</sup> to form a hollow portion in the resin that was injected. Five seconds later, the gaseous nitrogen is removed from the cavity, so that the foamable resin can expand to form molded foam parts. These molded parts consist of foam cores surrounded by smooth surface layers. The mean density is 0.7.

#### Example 6

In the mold shown in Fig. 1, molded parts are produced in the shape of a disk 150 mm in diameter and 7 mm in thickness. The thermoplastic resin used is polystyrene and the liquid is water heated to 200°C. First the thickness of the mold cavity is adjusted to 5 mm, then it is filled with molten resin. Then heated water is passed into the cavity at a pressure of 150 kg/cm<sup>2</sup>. Under the action of the pressure of the water passed in, the thickness of the cavity increases to 7 mm. The molded parts obtained, comprising hollow portions, are cooled in the cavity.

#### Example 7

In the mold illustrated in Fig. 9, cylindrical objects 20 mm in diameter and 300 mm in length are fabricated. The thermoplastic resin is ABS and the liquid is water heated to 200°C. The plasticized resin is injected into the mold cavity in a quantity representing 70% of the volume of the latter, then the heated water is passed into the cavity 67 of the mold at a pressure of 150 kg/cm<sup>2</sup> by way of the passage 69 and the valve 75. Finally, the hollow molded parts obtained are cooled within the cavity itself.

#### Example 8

In the mold shown in Fig. 9, cylindrical objects 40 mm in diameter and 300 mm in length are fabricated. The thermoplastic resin used is polystyrene. It is plasticized at 200°C, then injected into the mold cavity in a quantity representing two-thirds of the volume thereof. Then gaseous nitrogen is passed into the mold cavity under a pressure of 100 kg/cm<sup>2</sup> to form a hollow portion in the resin, then cold water is passed into the hollow portion to cool it. Then gaseous nitrogen under pressure is again passed into the cavity to expel the water. According to the invention, the time required to mold a single object is one minute and twenty seconds at a mold temperature of 30°C. By contrast, two minutes and thirty seconds were required according to the prior art.



## CLAIMS

1. Process of manufacturing objects in synthetic resin, characterized by consisting in the injection of molten resin into a mold cavity in a quantity smaller than the volume of the cavity and the passing of a mass of fluid under pressure into said cavity, so that said fluid mass is enclosed by the resin.
2. Process according to claim 1, characterized by consisting in the further injection of a certain quantity of molten resin into the mold after having passed fluid thereinto under pressure.
3. Process according to claim 1 or 2, wherein the fluid is a mass of gas and the resin is a foamable synthetic resin, characterized by consisting in causing the gas to exit the mold cavity when the foamable resin injected thereinto has hardened at its outer surface layer.
4. Process according to any of claims 1 to 3, wherein the fluid is a mass of gas and the resin is an inner layer of foamable resin surrounded by an outer layer of non-foamable resin, characterized by consisting in expulsion of the gas from the mold cavity when the outer layer hardens at its surface portion.
5. Process according to any of claims 1 to 4, characterized by consisting in the injection of a mass of coolant into the hollow portion of the resin, created by introduction of the fluid, when the fluid is expelled from the mold cavity.
6. Process according to any of claims 1 to 5, characterized by consisting in placement of the mold cavity under pressure by means of a gas prior to injection of the molten resin.

7. Process according to any of claims 1 to 5, characterized by consisting in enlargement of the volume of the cavity when the fluid is passed thereinto.

8. Process according to claim 3 or 4, characterized by consisting in enlargement of the volume of the cavity after expulsion of the gas.

9. Process according to any of claims 1 to 5, characterized by consisting in heating of the fluid beforehand, before passing it into the mold.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

⑪ N° de publication :

**2 256 021**

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 74 43004**

⑤4

Procédé de fabrication d'objets en résine synthétique.

⑤1

Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). B 29 D 23/02, 27/04.

②2

Date de dépôt ..... 27 décembre 1974, à 15 h. 14 mn.

③3 ③2 ③1

Priorité revendiquée : Demandes de brevets déposées au Japon le 28 décembre 1973,  
n. 1.245/1974, le 27 juin 1974, n. 73.628/1974 et le 29 juin 1974, n. 74.642/1974  
au nom de la demanderesse.

④1

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 30 du 25-7-1975.

⑦1

Déposant : Société dite : ASAHI-DOW LIMITED, résidant au Japon.

⑦2

Invention de :

⑦3

Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4

Mandataire : Cabinet de Carsalade du Pont (A. Lourié et W. Flechner).

**COPY**